

Zum Blutdruckverhalten nach der Geburt

Simultanbestimmung mit dem Doppler-Verfahren
an Arm und Bein

YING-JEN CHEN

München 1976

1977



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555615_0079

Aus der Kinderklinik der Universität München

Direktor: Professor Dr. med. K. BETKE

Zum Blutdruckverhalten nach der Geburt

Simultanbestimmung mit dem Doppler-Verfahren
an Arm und Bein

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Ying-jen CHEN

aus

Taipei, China

1976



Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter:

Prof. Dr. K. RIEGEL

Mitberichterstatter:

Prof. Dr. K. BETKE

Dekan:

Prof. Dr. W. SPANN

Tag der mündlichen Prüfung: 18.4.1977

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
I. Einleitung.....	1
II. Physiologische Grundlagen.....	2
a) Die postnatale Kreislaufumstellung.....	2
b) Der postnatale Verlauf des Blutdrucks und die Faktoren, die ihn beeinflussen.	5
III. Methoden zur Bestimmung des Blutdrucks....	8
IV. Experimentelle Vorarbeiten.....	9
V. Untersuchte Kinder, Untersuchungsplan und Methodik.....	12
VI. Ergebnisse.....	14
a) Kurzzeitige Änderungen.....	14
b) Änderungen mit dem Lebensalter.....	14
VII. Diskussion der Ergebnisse.....	21
VIII. Zusammenfassung.....	23
IX. Tabellensammlung.....	24
X. Literaturverzeichnis.....	29

I. EINLEITUNG

Die postnatale Atmung unterscheidet sich fundamental von der fetalen. Die Erkenntnis, daß sich die Umstellung der einzelnen Parameter nicht schlagartig, sondern in aufeinander abgestimmten Schritten vollzieht, ist neueren Datums (z.B. DAWES (9), WALSH et al. (36)). Man kann von einer "Ventilation im Übergang" oder vom "Intermediärkreislauf" sprechen. Die einzelnen Lungenfunktionen passen sich im Verlauf von Stunden an die extrauterinen Erfordernisse an, die zirkulatorischen in Tagen. Diese Periode ist solange als labil zu betrachten, bis sich die Regelkreise auf neue "Sollwerte" eingestellt haben. Dies erfolgt für die Ventilation etwa innerhalb 3 Tagen, für den Kreislauf möglicherweise erst in Wochen. Das bedeutet, daß unter ungünstigen Bedingungen in dieser Zeit ein Rückfall in Fetalbedingungen erfolgen kann, die mit extrauterinen Verhältnissen unvereinbar sind. Man kennt z.B. das Krankheitsbild des persistierenden Fetalkreislaufs.

Im Gefüge der Gesamtatmung nimmt die Kreislaufumstellung eine Schlüsselstellung ein. Ich hatte die Aufgabe, einen Parameter, nämlich das Blutdruckverhalten der ersten Lebensstage, zu verfolgen. Zu seinem Verständnis ist es notwendig, zunächst die Kreislaufumstellung zu beschreiben, in deren Mittelpunkt hämodynamisch der Ductus arteriosus steht. Ist die Kreislaufumstellung an Unterschieden des Blutdrucks im prä- und postductalen Gefäßbett erkennbar? Vor der Darstellung der eigenen Untersuchungsergebnisse war eine Beschreibung der verschiedenen Möglichkeiten der Blutdruckmessung zu geben sowie eine Literaturübersicht zum postnatalen Verlauf des Blutdrucks.

II. PHYSIOLOGISCHE GRUNDLAGEN

a) Die postnatale Kreislaufumstellung

Der äußerst komplexe Ablauf der Kreislaufumstellung nach der Geburt läßt sich nach den Beschreibungen von ASSALI et al. (4), ARCILLA et al. (1), SMITH und NELSON (34) wie folgt darstellen: die Erstbelüftung der Lunge bewirkt zweierlei:

1. Durch die Änderung der Oberflächenspannung der Alveolen wird eine Erweiterung der Gefäße im interalveolaren Raum ermöglicht,
2. Der Sauerstoffpartialdruck im alveolarnahen Gefäßgebiet steigt rapid an, während der CO₂-Partialdruck des Blutes fällt, der pH-Wert steigt.

Beide Faktoren vermindern den pulmonalen Gefäßwiderstand und erleichtern den Blutfluß im Lungenkreislauf. Das dazu benötigte Blutvolumen wird aus der Plazenta gewonnen. Das vergrößerte Blutangebot im linken Vorhof, verbunden mit dem fallenden Druck im rechten Vorhof, führt zum funktionellen Verschuß des Foramen ovale. Der erhöhte O₂-Partialdruck im arteriellen Blut steigert den peripheren vaskulären Widerstand. Der Druck im linken Ventrikel nimmt relativ zu. Fallender Lungengefäßwiderstand und steigender peripherer Gefäßwiderstand bewirken, daß sich der Blutstrom im Ductus arteriosus umkehrt. Das führt dazu, daß erstens die Blutversorgung der Lungen verbessert wird, zweitens der Sauerstoffpartialdruck im Ductus arteriosus steigt. Dies letztere ist die Voraussetzung für den zunächst funktionellen, dann anatomischen Verschuß des Ductus arteriosus (Abb. 1 und 2).

Abb. 1: Die kardiorespiratorische Umstellung (34)

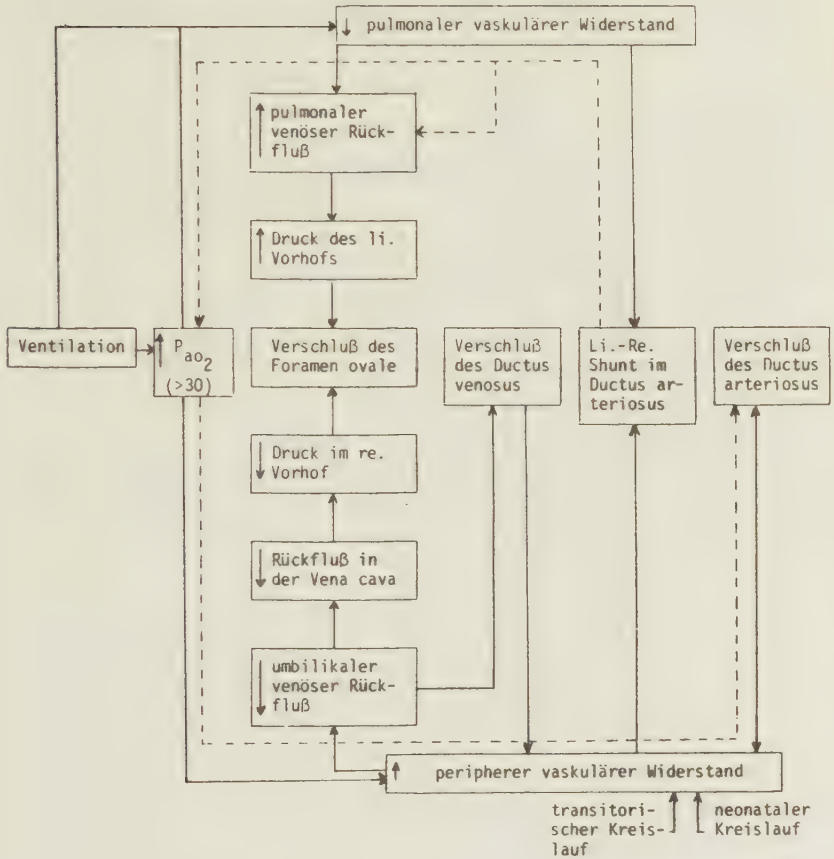
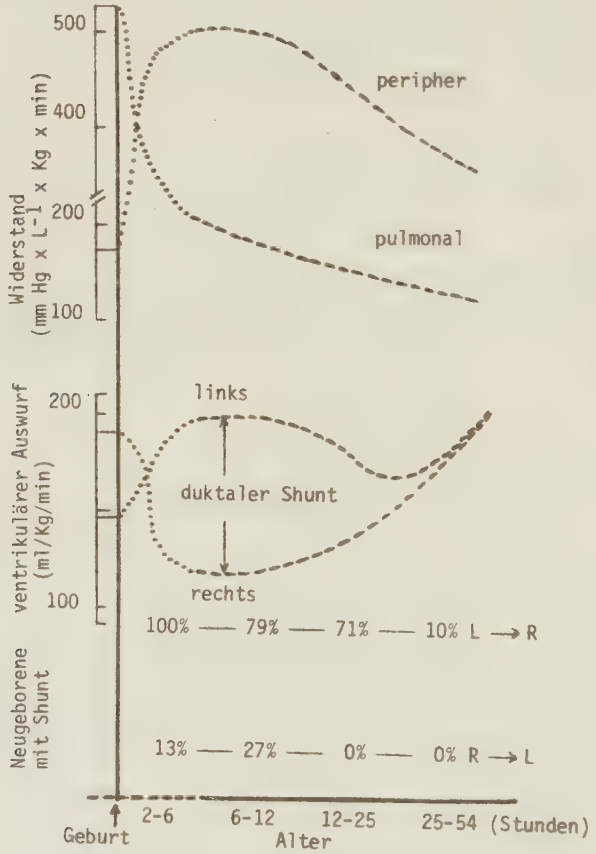


Abb. 2:

Dynamik der kardiorespiratorischen Änderungen
in Neugeborenen (nach ASSALI et al. (4, 5);
ARCILLA et al. (1, 34)).



An diesem Verschluß sind möglicherweise Acetylcholin, Prostaglandine und "Biogene Amine" beteiligt. Ob die bei Tieren beobachtete sensitive Phase von einigen Tagen auch für den Menschen gilt, ist bis jetzt nicht sicher erwiesen.

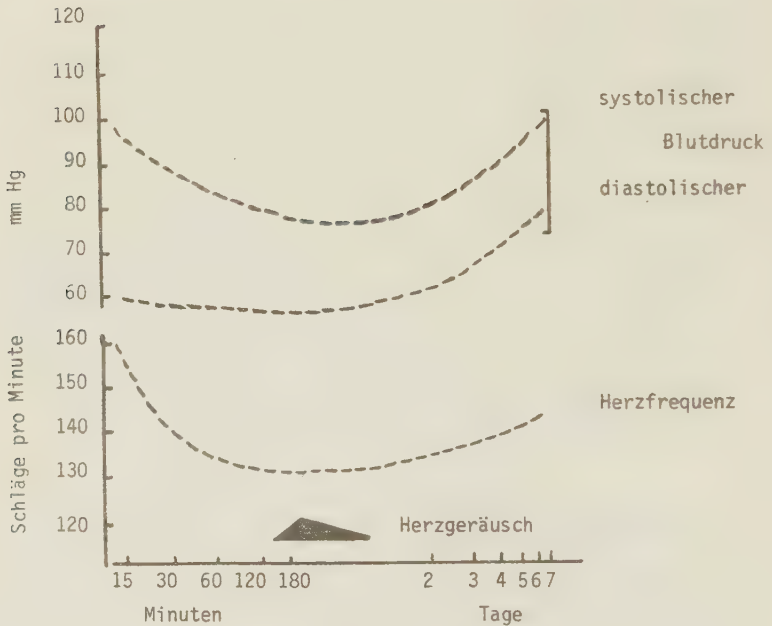
JAMES (16), SALING (32) und MOSS (28) haben darauf hingewiesen, daß nach der 15. Lebensstunde kaum ein Shunt durch den Ductus arteriosus besteht, was mit dem Ergebnis von MELVIN (25) (zwischen der 10. und 15. Lebensstunde) übereinstimmt. Der anatomische Verschluß des Ductus arteriosus geschieht frühestens am Ende der ersten Lebenswoche (26, 15, 18). Normalerweise schließt er sich binnen 2 - 3 Lebenswochen (12, 26). Der Verschlußvorgang kann mehrere Monate, spätestens bis zum 12. Lebensmonat dauern (34, 15, 25). Beobachtungen in der Klinik sprechen dafür, daß atmungsanpassungsgestörte Frühgeborene zu einem Offenbleiben des Ductus arteriosus neigen. Bei etwa 2 - 5 % aller Neugeborenen schließt sich der Ductus arteriosus nicht (34).

b) Der postnatale Verlauf des Blutdrucks und die Faktoren, die ihn beeinflussen

Die postnatale Veränderung des Blutdrucks und der Herzfrequenz ausgetragener gesunder Neugeborener von der 15. Lebensminute bis zum 7. Lebenstag ist aus Abb. 3 zu ersehen.

Der höchste systolische Blutdruck findet sich in den ersten 5 Minuten (12, 30, 38) bzw. 15 Minuten (2, 3, 8) nach der Geburt. Der niedrigste systolische Blutdruck ergibt sich nach ASHWORTH et al. (2, 3) in den ersten 4 Lebensstunden, nach SMITH und NELSON (34) gegen die 3. Lebensstunde, nach GOODMAN et al. (12) und NELIGAN et al. (30) zwischen der 1. und 4. Lebensstunde, nach SCHÖBER (33) zwischen der 3. und 6. Lebensstunde (Tab. I). Danach steigt der Blutdruck im Zusammenhang mit dem zunehmenden Auswurf der beiden Ventrikel stetig bis zum 4. - 6. Lebenstag auf einen Wert an, der dem initialen postnatalen systolischen Wert entspricht (34).

Abb. 3: Die postnatale Änderung des Blutdrucks und der Herzfrequenz in der postnatalen Periode (2, 30, 8, 34).



Der Verlauf des diastolischen Blutdrucks folgt dem des systolischen. Allerdings nimmt der diastolische weniger ab, um vom 2. Lebenstag an stärker zuzunehmen. Das heißt, die Amplitude nimmt zunehmend ab.

Die Herzfrequenz erreicht etwa im Alter von 3 Stunden ein Minimum, wobei vereinzelt Werte unter 100/min. beschrieben wurden. Ein spät in der Systole auftretendes Herzge-

räusch mit hoher Tonhöhe und mit Intensität von 1 - 3/6 Grad wurde auch bei 30 % aller Neugeborenen nachgewiesen und am häufigsten in den ersten 15 Lebensminuten, nicht später als in der 10. Lebensstunde, hörbar (34).

Ein signifikanter Druckabfall tritt häufig bei Kindern mit idiopathischem Atemnotsyndrom (IRDS), Asphyxia neonatorum, neonataler Sepsis und Schock (24) oder bei Frühgeborenen (Tab. II) auf.

Die den Blutdruck beeinflussenden Parameter sind die folgenden:

1. Die allgemeinen Parameter:

Der Blutdruck ändert sich mit dem Schlagvolumen bzw. Herzzeitvolumen (Herzzeitvolumen = Schlagvolumen x Herzfrequenz) und dem peripheren vaskulären Widerstand (34). Im allgemeinen erhöht sich der systolische Blutdruck mit der Steigerung der Herzauswurfleistung, und der diastolische Blutdruck sinkt mit der Minderung des peripheren vaskulären Widerstandes (11).

2. Die spezifischen Parameter:

Der Blutdruck hängt vom Körpergewicht, vom Gestationsalter und vom postnatalen Alter ab. Dabei ist das Körpergewicht der Hauptparameter (8, 19, 21).

Es bestehen folgende Beziehungen (34):

$$B.D. = 23,2 + 8,1 K.G. + 0,50 G.A. + 0,23 P.A. - 0,0016 (P.A.)^2$$

B.D. = Blutdruck (mm Hg)

K.G. = Körpergewicht (Kg)

G.A. = Gestationsalter (Wochen)

P.A. = Postpartalalter (Stunden).

III. METHODEN ZUR BESTIMMUNG DES BLUTDRUCKS

Es gibt im Prinzip zwei Methoden, nämlich die direkte (blutige) Messung (Arterienkatheterisierung), und die indirekte (unblutige) Messung, die ihrerseits verschiedene Verfahren umfaßt.

Durch direkte blutige Messung erhält man die zuverlässigsten Blutdruckwerte bei Neugeborenen. Wegen der Gefahr der Thromboembolie und aus ethischen Gründen wird diese Methode jedoch nur selten benutzt, es sei denn, ein Kind wäre in schlechtem Zustand, der medizinische Intensivmaßnahmen rechtfertigt. Die erste Blutdruckmessung bei Neugeborenen im ersten Moment des Lebens wurde 1879 von RIBEMONT mit der blutigen Methode (Nabelgefäßkatheterisierung) durchgeführt (21).

Die indirekten unblutigen Methoden, die bis jetzt benutzt worden sind, und deren Nachteile, lassen sich aus Tab. III und Tab. IV ersehen. Die meisten unblutigen Methoden entsprechen nicht vollständig den Anforderungen bei Neugeborenen; entweder wegen der Einschränkung, daß nur der systolische Blutdruck sich "genau" feststellen läßt, oder wegen der Notwendigkeit komplizierter Manschetten (Photozelle, Oszilloskop, Volumenänderung der Finger), oder eines großen Apparates (Infratonsystem, Plethysmographie). 1957 verwandte SAOMURA das Doppler-Prinzip in der blutigen Diagnostik der kardiovaskulären Anomalien beim Menschen. WARE hat dann 1965 dieses Prinzip zur unblutigen Blutdruckmessung beim Menschen eingeführt. 1967 fand KAMMERER, daß die Ergebnisse der Doppler-Methode mit denen der blutigen Methode gut übereinstimmen. Die Anwendung bei Neugeborenen wurde zuerst von STEGALL et al. 1968 empfohlen (20). Nach umfassenden Versuchen stellte MORGAN 1969 die Eignung der Doppler-Methode bei Neugeborenen fest (17).

Die Korrelation zwischen Doppler- und direkter Methode wurde von K.M. JANIS (17) und G.W. McLAUGHLIN (24) untersucht, und

es zeigte sich, daß die beiden systolischen Blutdruckwerte entweder einander sehr nahe (direkte Werte um 5 - 10 mm Hg höher als indirekte) (17) oder ganz gleich waren (24), und daß sich der diastolische Blutdruck durch die Doppler-Methode nicht präzise bestimmen ließ (24), was auch in den Studien von R.T. KIRKLAND (20) (Doppler-Methode), A.M. ELSEED (10) (Doppler-Methode) und R.K. WHYTE (37) (Vergleich zwischen beiden Methoden) beschrieben wurde.

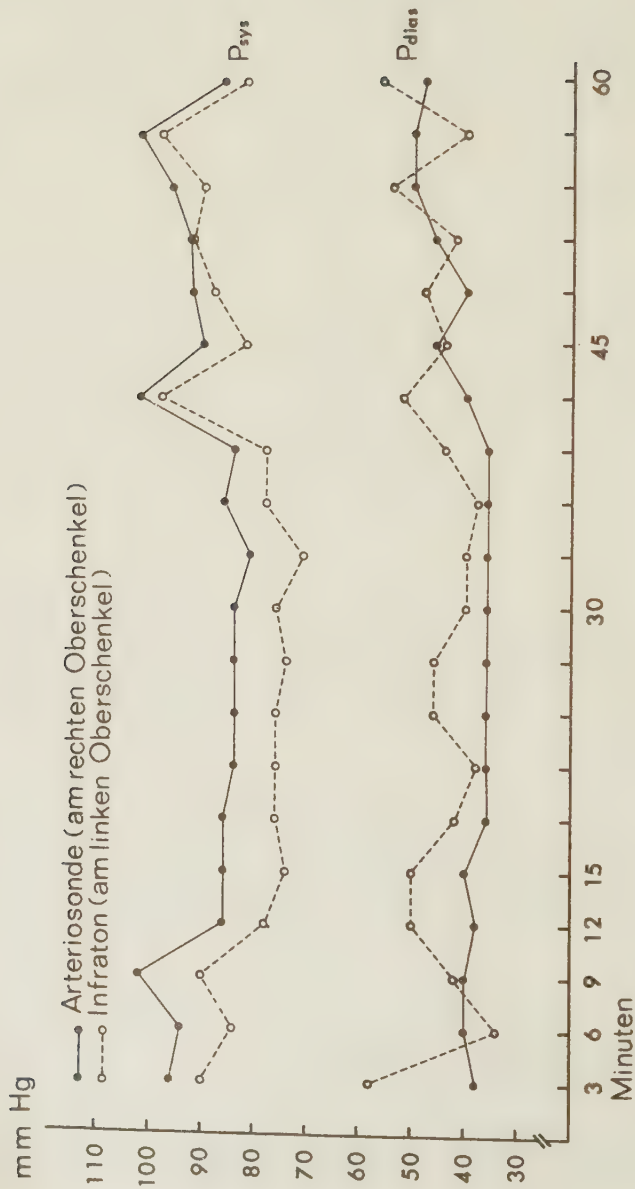
Eine häufige Fehlerquelle der Blutdruckmessung durch Auskultation bei Kindern ist die Verwendung einer ungeeigneten Manschette. Die Korrelation zwischen der Manschettenbreite und dem arteriellen Blutdruck kann durch die folgenden Faktoren beeinflusst werden: die Länge und den Umfang des Oberarms, die Tiefe der Arterienlage im Gewebe und die Zusammensetzung des Gewebes. Eine zu schmale Manschette kann höhere und eine zu breite Manschette niedrigere Blutdruckwerte anzeigen.

Die Manschette für systolische Blutdruckmessung am Oberarm eines ausgetragenen Neugeborenen ist am günstigsten 2,5 - 3 cm breit bzw. 1/3 des Umfangs (12, 22, 34). Die dadurch sich ergebenden Werte stimmen mit den intraarteriellen gut überein.

Nach MOSS (29) und ROBINOW (Tab. V) sollte die 5 cm breite Manschette für Kinder bis zu 5 Jahren (29), bzw. für Kinder mit Extremitätenumfang von 10,0 - 12,5 cm (Tab. V) benutzt werden. Auf diesen Punkt werde ich später noch einzugehen haben.

IV. EXPERIMENTELLE VORARBEITEN

Die Aufgabe bestand darin, mit einer unblutigen Methode bei gesunden Neugeborenen den postpartalen Verlauf des systolischen und diastolischen Blutdrucks über die ersten 4 Lebenstage zu verfolgen. Hierfür standen 2 Geräte zur Verfügung:



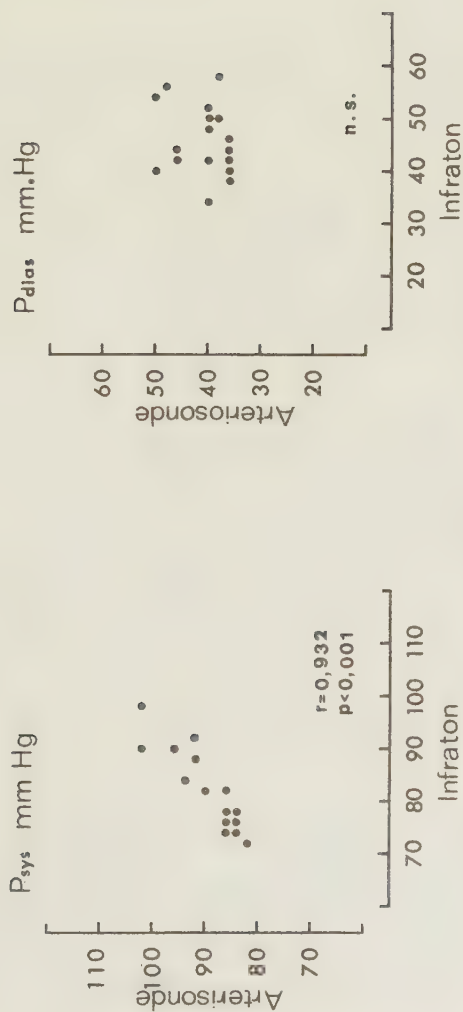


Abb. 4: Vergleich des Blutdrucks, gemessen mit zwei verschiedenen Geräten.

1. die Arteriosonde (Modell 1011, La Roche, Basel).
Hier werden nach Stauung mit einer Manschette während der Reduktion des Staudrucks die Korotkoffgeräusche (d.h. die Arterienwandbewegung, die über den Ultraschall-Mechanismus notiert wird (Doppler-Effekt))verstärkt abgehört.
2. das "Infraton"-Gerät (Tensiomat FIB3, Boucke-Brecht System);
hierbei registriert ein piezoelektrischer Pulsabnehmer (19). Beide Geräte sind im klinischen Einsatz.

Zum Erlernen der Techniken und zum Methodenvergleich habe ich zunächst bei 4 Kindern über etwa 2 Stunden in 3 - 5-minütigen Abständen den Blutdruck gemessen. Bei zwei dieser Kinder wurde der Blutdruck parallel zur Arteriosonde mit dem Infraton-Gerät gemessen. Das Verfahren wird unten im einzelnen beschrieben.

Es zeigte sich, daß 1. die mit der Arteriosonde bzw. dem Infraton-Gerät erhobenen Messungen gut reproduzierbar waren (Abb. 4), 2. sich bei Messungen am rechten und linken Oberarm und Schenkel bei einem ruhigen (schlafenden) Kind keine Seitendifferenzen ergaben, 3. die Befunde der Messungen mit der Arteriosonde und dem Infraton-Gerät ausreichend übereinstimmten (Abb. 4). Mit der Arteriosonde waren bessere Ergebnisse zu erzielen, wenn der Mikrophon-Ohrhörer zusätzlich benutzt wurde.

Für die eigentliche Studie wurde daher nur die Arteriosonde mit Mikrophon-Ohrhörer verwandt.

V. UNTERSUCHTE KINDER, UNTERSUCHUNGSPLAN UND METHODIK

Die eigentliche Studie umfaßte 10 Kinder. Die Schwangerschaft war bei jedem Kind normal, das Gestationsalter betrug 38 - 42 Wochen, das Geburtsgewicht 3,0 - 3,9 kg. Die Geburt war in jedem Fall komplikationslos. 8 Kinder wurden spontan, 2 durch

Kaiserschnitt geboren. Es waren 4 Jungen und 6 Mädchen. Der klinische Zustand war während der Untersuchungsdauer immer unauffällig.

Die Blutdruckmessung wurde bei jedem Kind zu bestimmten Zeitpunkten durchgeführt, nämlich in der 30. Lebensminute, sowie nach der 1., 2., 3., 6., 12., 24., 48., 72. und 96. Lebensstunde.

Die Oberarmumfänge (Humerusmitte) der Kinder betrugen zwischen 11 cm und 12,5 cm, die Kniegelenkumfänge zwischen 12 cm und 14 cm. Die 5 cm breiten, aus Plastik hergestellten Sphygmomanometer-Manschetten wurden gleichzeitig am Oberarm und am Kniegelenk benutzt, weil sie nur in dieser Breite zur Verfügung standen. Die Breite paßte zum Oberarmumfang nach dem Schema von ROBINOW bzw. RAGAN-BORDLEY (Tab. V), aber nicht zum Kniegelenkumfang. Hierfür sollte sie 7 cm betragen. Die Manschette konnte jedoch komplett jede untersuchte Stelle umfassen.

Die deutlichsten Signale der Arterienwandbewegung werden distal von der Stelle des höchsten Drucks in der Manschette gefunden (24). Deshalb ist der "Transducer", der durch Ultraschall-Mechanismus die Bewegung der Arterienwand aufnimmt, mit der distalen Hälfte der Manschette verbunden. Der Mikrophon-Ohrhörer wurde stets benutzt. Wässrige Gelatine (Electrode cream) wurde auf den "Transducer" gelegt, um die Überleitung der Ultraschall-Energie zu fördern. Die Transducer wurden zusammen mit den Manschetten direkt über die Brachialarterie am Humerus und über die Poplitealarterie in der Poplitealgrube angebracht, wo ich mit dem Finger die Pulse am deutlichsten fühlen konnte.

Die Kinder wurden in Rückenlage und unter Ruhebedingungen untersucht, und die Extremitäten waren in der natürlichen halb gebeugten Haltung.

Die beiden Manschetten ließ ich während der ersten 12 Stunden an beiden untersuchten Stellen liegen, so daß ich sie nicht erneut anzusetzen brauchte, um das Kind nicht aufs Neue zu erregen. Das Aufblasen der Manschette bis zu 120 mm Hg erfolgte langsam, um das Kind nicht zu erschrecken. Die Ablaßgeschwindigkeit war so geregelt, daß der Druck in 1 Sekunde um etwa 4 mm Hg sank. Der Puls wurde während des Druckablassens gezählt. Der Druck, bei dem das erste Korotkoff-Geräusch (das erste Doppler-Signal) auftrat, wurde als systolischer, und der Druck, bei dem die Signale verschwanden oder sich in der Intensität auffallend änderten, als diastolischer genommen (17, 20, 24).

VI. ERGEBNISSE

a) Kurzzeitige Änderungen

Wie das in Abb. 4 wiedergegebene Beispiel zeigt, verhält sich der Blutdruck auch beim ruhigen Kind, über eine Stunde lang kontinuierlich verfolgt, variabel. Beim systolischen Blutdruck ergeben sich Schwankungen bis 20 mm Hg, beim diastolischen bis 15 mm Hg. Die Amplitude variiert zwischen 40 und 65 mm Hg. Man gewinnt den Eindruck - das findet sich auch bei den anderen Kindern - als ob innerhalb einer Stunde zwei Phasen von jeweils 20 - 30 Minuten Dauer auf höherem bzw. niedrigerem Niveau ablaufen. Sie scheinen mit Phasen aktiven und tiefen Schlafs zu korrelieren.

b) Änderungen mit dem Lebensalter

Die Blutdruck- und Pulswerte-Reihen, simultan an Oberarmen und Oberschenkeln durch die Doppler-Technik bei 10 normal ausgetragenen Neugeborenen unter Verwendung der 5 cm breiten Manschetten aufgenommen, sind in den Abbildungen 5 a, b, c, d dargestellt. Die Mittelwerte des systo-

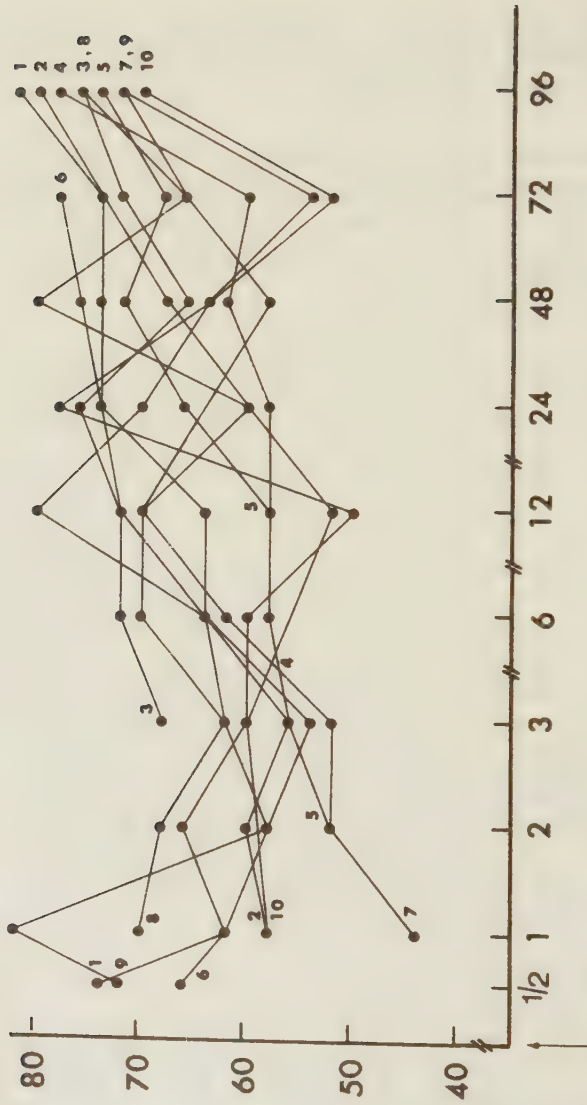
lischen und diastolischen Blutdrucks und die des Pulses mit ± 1 Standard-Abweichung sind in Tab. VI wiedergegeben und in Abb. 6 gezeichnet.

Die systolischen Blutdruckwerte am Oberarm variieren zwischen 50 und 80 mm Hg und die am Oberschenkel zwischen 62 und 103 mm Hg. Die diastolischen Werte am Oberarm schwanken zwischen 24 und 48 mm Hg und die am Schenkel zwischen 27 und 60 mm Hg.

Die höchsten systolischen (am Oberarm $70,7 \pm 4,2$ mm Hg, am Schenkel $84,5 \pm 3,4$ mm Hg) und diastolischen Werte (am Oberarm $37,3 \pm 6,1$ mm Hg, am Schenkel $44,5 \pm 4,4$ mm Hg) liegen beide bei der 30. Lebensminute und sinken dann auffallend und signifikant ($p < 0,05$) in allen Kurven bis zur 3. Lebensstunde, wo sich die niedrigsten Werte finden. Danach steigen die beiden langsam an bis zum 4. Lebenstag mit Werten, die den am Anfang gemessenen Werten annähernd entsprechen.

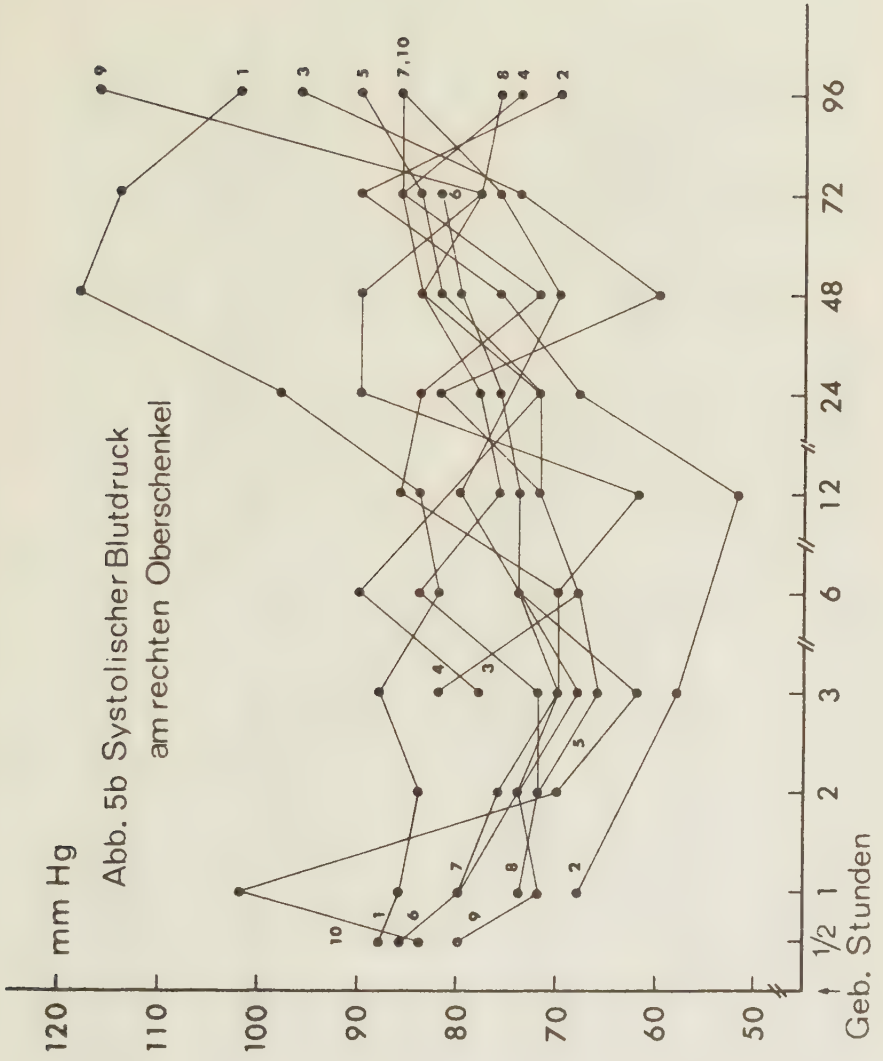
Die Werte am Schenkel sind immer höher als die am Arm - die diastolischen um durchschnittlich 8 mm Hg, die systolischen um rund 14 mm Hg. Wie die Tabelle VII ausweist, ist der Unterschied des systolischen Blutdrucks zwischen oben und unten in den meisten Altersstufen statistisch signifikant, der des diastolischen hingegen nur dreimal. Bemerkenswert erscheint mir, daß die Differenz bis zum Alter von 12 Stunden ab- und danach wieder zunimmt.

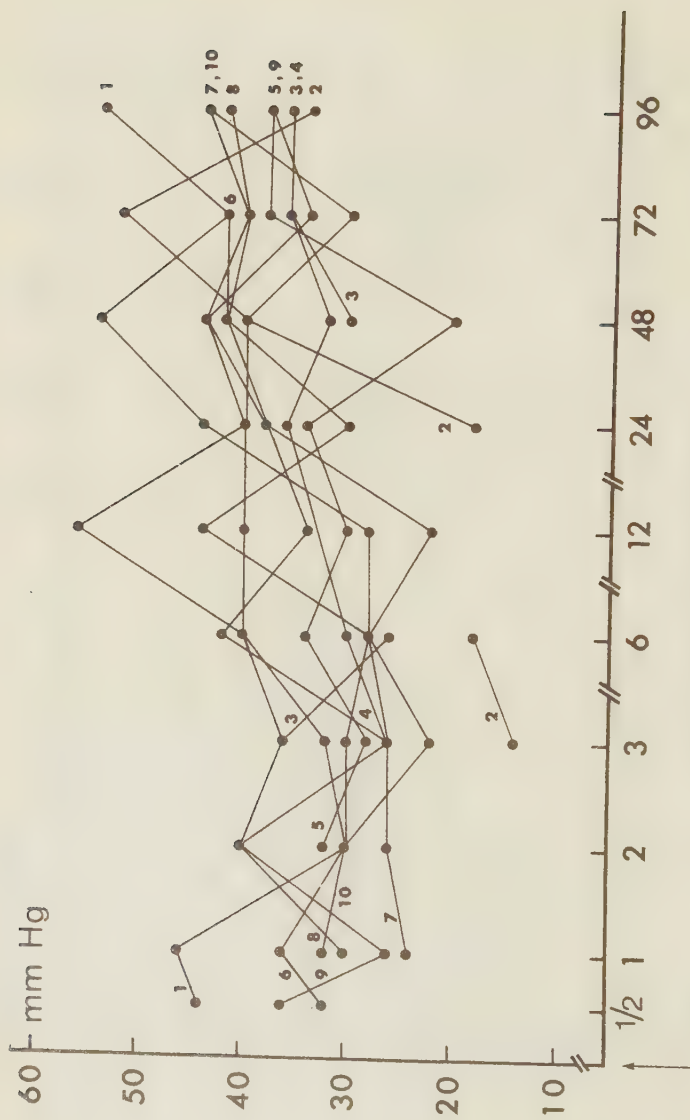
Die am Schenkel gezählten Pulswerte variieren zwischen 103 und 150/min. Der höchste Wert liegt bei der 1. Lebensstunde und fällt danach deutlich bis zur 6. Lebensstunde ab, wo der niedrigste Wert liegt. Er steigt danach langsam bis zum 4. Lebenstag und erreicht annähernd den anfangs gemessenen Höchstwert.



Geb. Stunden

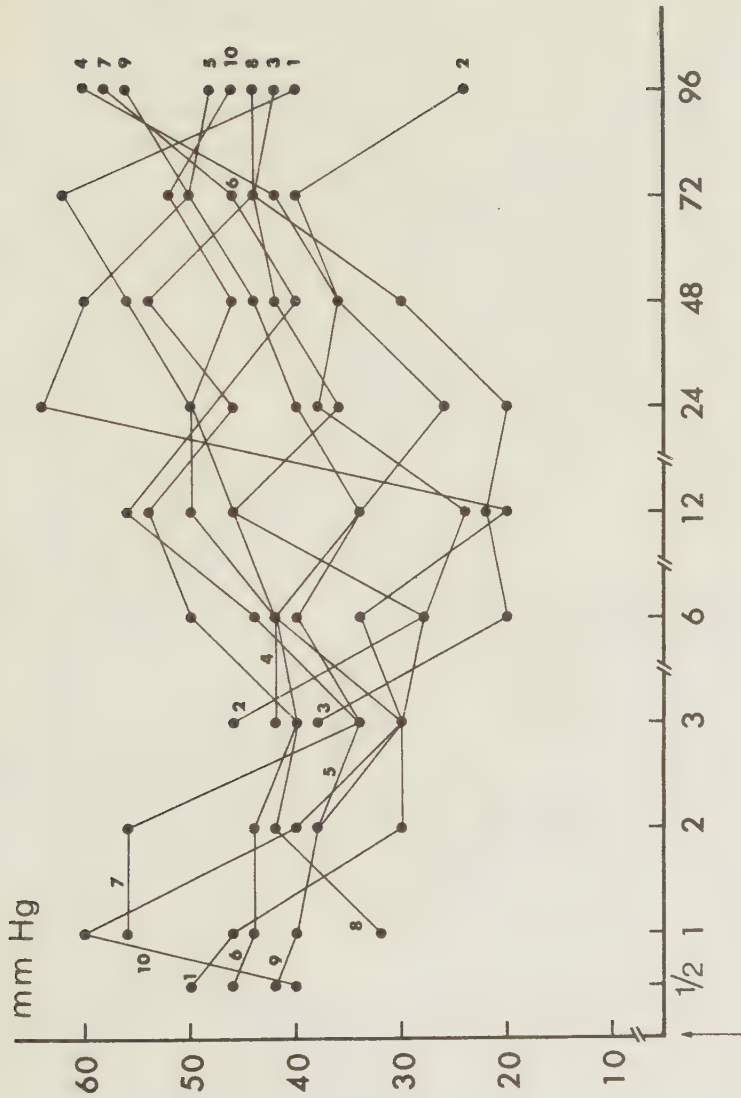
Abb. 5a Systolischer Blutdruck am rechten Oberarm





Geb. Stunden

Abb.5c Diastolischer Blutdruck am rechten Oberarm



Geb. Stunden

Abb. 5d Diastolischer Blutdruck am rechten Oberschenkel

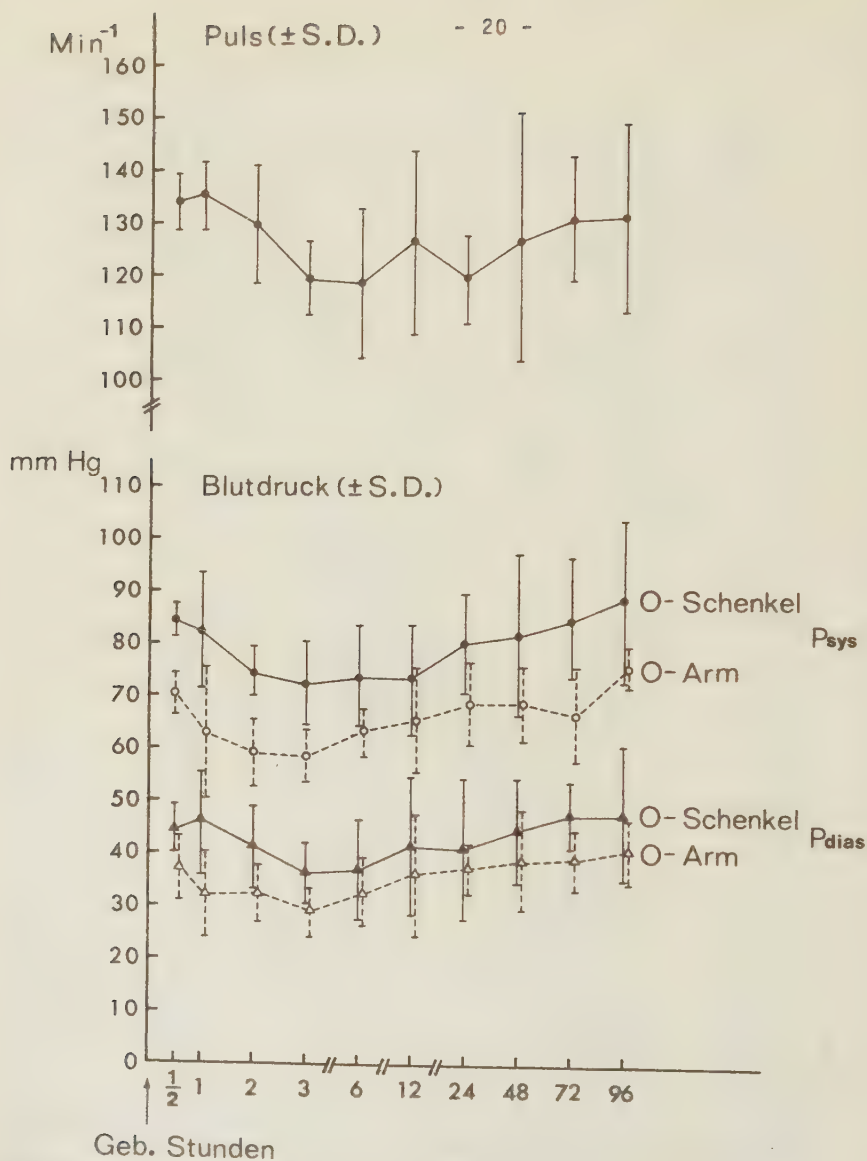


Abb.6 Mittelwert ($\pm$ S.D.). Verlaufskurven des systolischen und diastolischen Blutdrucks, simultan an der oberen und unteren Extremität gemessen sowie der Pulsfrequenz, während der ersten 4 Tage postpartum

VII. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Ein Vergleich der Abbildungen 3 und 6 legt unmittelbar dar, daß meine Ergebnisse zum Längsverlauf des systolischen Blutdrucks (Bein-Werte) mit den Literaturangaben sehr gut übereinstimmen: nach der Geburt fällt vor allem der systolische Blutdruck ab, um ab 2. Tag kontinuierlich anzusteigen. Da vielfach bestätigt, kann sich diese Änderung nicht zufällig ergeben haben. Daran wäre angesichts der großen individuellen Streuungen (Abb. 5) und der doch erheblichen kurzzeitigen Variabilität (Abb. 4) zu denken gewesen, wobei letztere gewiß die Individualstreuungen beeinflussen dürfte. Worauf aber diese Kurzzeit- wie Langzeitänderungen beruhen, kann derzeit nicht mit Sicherheit gesagt werden. NELSON (34) vermutet u.a. wechselnde Aktivitäten des adrenergen Systems. Der Beweis dafür steht aus.

Weniger gut passen die diastolischen Werte zu den Literaturangaben. Wie zuvor schon dargelegt, ist dies wohl auf die Methodik zurückzuführen: der diastolische Druck läßt sich bei dem auskultatorischen Verfahren nur mit erheblicher Unschärfe ermitteln. Um diesen subjektiven Fehler zu beheben, wären blutige Vergleichsmessungen nötig gewesen.

Wenden wir uns dem unterschiedlichen Blutdruckverhalten an der oberen und unteren Extremität zu. Sind die Unterschiede echt oder vorgetäuscht? Das eine könnte physiologische Gründe haben, das andere auf technischen Mängeln beruhen.

Bei meinen Untersuchungen habe ich gleichzeitig Manschetten an Arm und Bein benutzt. Dies muß, wenn das Verhältnis Gliedumfang-Manschettenbreite das Ergebnis kritisch beeinflußt, differierende Werte ergeben. Am Bein (mittlerer Umfang der untersuchten Kinder etwa 13 cm) hätte die Manschettenbreite etwa 4,0 - 4,5 cm betragen sollen. Nach den Untersuchungen von GOODMAN et al. bringt die um 0,5 - 1,0 cm zu breite Manschette einen um 2,5 - 5 mm Hg zu niedrig be-

stimmten systolischen Blutdruck. Bei einem mittleren Oberarmumfang von 11,5 cm sollte die Manschettenbreite 3 - 3,5 cm betragen haben. Am Oberarm habe ich mit der 5 cm breiten Manschette den Blutdruck um 10 - 15 mm Hg zu tief gemessen. Nach dieser Rechnung macht der methodische Fehler zwischen oberer und unterer Extremität also 10 - 12,5 mm Hg aus, was gut mit den von mir erhobenen Differenzen übereinstimmt (Tab. VII). Da jedoch ein "systematischer" Trend nach unten zur 12. Lebensstunde hin und ein zunehmender danach offensichtlich ist, möchte ich nicht ausschließen, daß hinter der Differenz oben/unten auch ein physiologischer Mechanismus steckt.

Bei offenem Ductus arteriosus unterliegt der (rechte) Arm der präduktalen, das Bein der postduktalen Blutversorgung, d.h., die Kurzschlußrichtung und -größe im Ductus muß die jeweiligen Herzzeitvolumina mit beeinflussen. Man kann die schematisierende Abbildung 2 dahingehend interpretieren, daß während der ersten 24 - 48 Stunden nach der Geburt ein erheblicher Teil des Linksherz-Schlagvolumens über den Ductus in den kleinen Kreislauf gelangt. Das wird während der ersten 12 Stunden durch mehr oder weniger erhebliche Rechts-Links-Kurzschlüsse über den Ductus z.T. ausgeglichen. In der Summe bedeutet dies um die 12. Stunde ein relativ niedriges postduktales Blutvolumen. Das postduktale Herzzeitvolumen muß gegen einen hohen Strömungswiderstand angehen, der Blutdruck ist relativ niedrig. Alles dies wird im präduktalen Strömungsgebiet entfallen. BORN et al. (6) haben am Lamm entsprechende Befunde durch artefizielles Schließen und Öffnen des Ductus arteriosus erhoben. Daß auch Änderungen des Blutvolumens, z.B. durch Lagewechsel herbeigeführt, solche Reaktionen nach sich ziehen, ist durch Untersuchungen an Neugeborenen von WALLGREN et al. (35) belegt. Wenn wir für einen Augenblick die berechnete Kritik zur Methodik außer Acht lassen und die von mir gemessenen Blutdruckunterschiede zwischen oberer und unterer Extremität als gegeben hinnehmen,

dann wäre aus den voranstehenden Überlegungen und der Verlaufsbeobachtung genau aus der geringsten Differenz um die 12. Stunde post partum zu schließen, daß sich der Ductus arteriosus der von mir untersuchten Kinder in der 2. Hälfte des ersten Tages funktionell geschlossen hat. Dies würde mit den eingangs zitierten Untersuchungen (16, 25, 28, 32) übereinstimmen. Der Versuch, mit technisch einwandfreier Methodik die Untersuchung zu wiederholen, lohnt sich also. Es scheint möglich, an der Blutdruckdifferenz zwischen Arm und Bein das Verhalten des Ductus arteriosus nach der Geburt zu verfolgen.

VIII. ZUSAMMENFASSUNG

An 10 ausgetragenen, gesunden Neugeborenen verfolgte ich während der ersten 4 Tage mit der Arteriosonde^(R) (La Roche), einem Blutdruckmeßgerät, das mit dem Doppler-Prinzip arbeitet (womit der diastolische Blutdruck nicht sehr zuverlässig zu bestimmen ist), den Verlauf des Blutdrucks simultan an Oberarm und Bein. Dabei wurde der in der Literatur mehrfach beschriebene, typische postnatale Verlauf bestätigt; der systolische Blutdruck fällt in den ersten Stunden post partum um dann wieder anzusteigen, die Amplitude nimmt kontinuierlich ab. Die individuellen Streuungen sind erheblich, wie auch Schwankungen innerhalb etwa einer halben Stunde beim völlig ruhigen Kind typisch zu sein scheinen.

Zwischen oberer und unterer Extremität wurden signifikante Unterschiede ermittelt. Es wird dargelegt, daß dahinter in erster Linie methodische Gründe stecken - man hätte Manschetten unterschiedlicher Breite benutzen müssen. Jedoch möchte ich vermuten, daß spezifische, zeitbezogene hämodynamische Veränderungen im Intermediärkreislauf, in deren Mittelpunkt der funktionelle Verschluß des Ductus arteriosus steht, das Untersuchungsergebnis beeinflussen haben. Da dies klinische Relevanz haben könnte, erscheinen weitere gezielte Untersuchungen gerechtfertigt.

IX. TABELLENSAMMLUNG

Tab. I: Literaturübersicht

Autoren	Methode	Untersuchte Kinder		Mittelwert	Systolischer Blutdruck	
		Körpergewicht	Alter		der höchste	der niedrigste
A.M. ASHWORTH et al. (2,3)	Sphygmomanometer + Xylol Puls-Indikator	alle > 2750 g durchschnittlich 3450 g	in den ersten 24 Lebensstunden		in den ersten 15 Lebensminuten (62-116 mm Hg)	bei früher Abnabelung: in den ersten 4 Lebensstd., bei später Abnabelung: erfolgt später, aber immer in den ersten 24 Lebensstd.
G.A. NELIGAN et al. (30)	Sphygmomanometer + Xylol Puls-Indikator; direkte blutige Messung	alle > 2500 g durchschnittlich 3320 g	Geburt bis 120 Lebensstd.		in den ersten 5 Lebensminuten (61,0 mm Hg)	zwischen der 1. und 4. Lebensstd.
H.G. GOODMAN et al. (12)	Photozelle Oszillometer	gesundes, reifes Neugeborenes	Geburt bis 120 Lebensstd.		bei der Geburt (Mittelwert: 79 mm Hg)	gegen die 2. Lebensstd. (60 mm Hg)
G. CONTIS et al. (8)	Xylol Puls-Detektor	2550-4960 g	Geburt bis 4 Lebens-tage	70-122 mm Hg in der 30. Lebensminute	in der 15. Lebensminute	am 2. Lebenstag
A.J. MOSS et al. (27)	direkte, blutige; Aorta abdominalis	1200-4500 g durchschn. 3300 g	1. bis 77. Lebensstd.	ruhig: 72 ± 10 mm Hg, schreilend: 94 ± 15 mm Hg		
M. YOUNG et al. (37)	direkte, blutige Aorta abdomin.	2300-4400 g	1/2 bis 36,5 Lb.St.	70 ± 8 mm Hg	in der 1. Lebensstunde	in der 3. Lebensstd.
J.A. KITTERMAN et al. (21)	direkte, blutige	alle > 3000 g	2 bis 12 Lb.Std.	67 mm Hg		
R.T. KIRKLAND et al. (20)	Doppler	2009 - 4900 g	1. bis 15. Lebenstag	A. 0. Tag 1. Tag 2. Tag 3. Tag 4. Tag Brach. 56 ± 8 60 ± 10 65 ± 9 67 ± 9 69 ± 6 A. 66 ± 10 74 ± 12 78 ± 11 80 ± 11 80 ± 12 popl.		
J.G. SCHÖBER (33)	direkte, blutige	durchschn. 2921 g mit nur leichten u. vorübergeh. Adapt.Störg.	in den ersten 90 Lebensstd.		bei der Geburt	in der 7. Lebensstd. (65 mm Hg)

Tab. II: Blutdruckmittelwerte in der Aorta bei Neugeborenen
im Alter von etwa 6 Stunden (34)

Körpergewicht (Gramm)	Blutdruck (mm Hg)			Amplitude
	systolisch	diastolisch	Mittelwert	
1001 - 2000	51	30	38	21
2001 - 3000	60	34	43	26
3000	67	41	51	26

Tab. III: Indirekte Blutdruckmessungen (34)

<u>Periphere Puls-Detektion</u>	
Manuelle Palpation	YOUNG (Brit.Med.J. 2, 1958 J.Physiol. 178, 1965)
Photoelektronische Zelle	OPPE (Lancet II, 1962)
Xylol bead	ASHWORTH (3)
Mercury in rubber strain gauge	LEVISON (23)
Thermister bead	GUPTA (14)
Infratonsystem	KEUTH (19)
<u>Detektion des arteriellen Zuflusses</u>	
Extremitäten-Plethysmographie	CELANDER (7)
Die Volumenänderung der Finger oder Zehen	GUNDERSEN (13)
<u>Detektion der Bewegung der Arterienwand</u>	
Oszillometrie	NELSON (31)
Korotkoff	
Doppler-shift	Mc.LAUGHLIN (24)

Tab. IV: Indirekte Blutdruckmessungen und klinische Nachteile (31)

Methoden	diastolische Bestimmung ?	klinische Nachteile
oszillometrisch	ja	Amplifikation häufig erforderlich
auskultatorisch	bestreitbar	sehr schwierig bei Neugeborenen
palpatorisch	nein	befriedigend nur systolisch
plethysmographisch	nein ^{*)}	zu hohe systolische Schätzung
"Flush"	nein	grobe Korrelation; schnelle Wiederholung unangenehm

^{*)} nach SMITH, C.A. und NELSON, N.M. (34), Seite 160

Tab. V: Das Schema von ROBINOW bzw. RAGAN-BORDLEY

Extremitätenumfang	Manschettenbreite
7,5 - 10,0 cm	4 cm
10,0 - 12,5 cm	5 cm
12,5 - 15,0 cm	7 cm
15,0 - 20,0 cm	9 cm
20,0 - 23,0 cm	11 cm
23,0 - 26,0 cm	12 cm
27,0 - 30,0 cm	13 cm

Tab. VI: Die Mittelwerte des systolischen und diastolischen Blutdrucks und die des Pulses mit ± 1 Standardabweichung

Zeit n. der Geburt	Blutdruckwerte am re. Oberschenkel (mm Hg)			Blutdruckwerte am re. Oberarm (mm Hg)			Pulswerte (am re. Oberschenkel) (Min. -1)	
	No.	Mittelwerte $\pm$ S.D.	Streu- ung	No.	Mittelwerte $\pm$ S.D.	Streu- ung	No.	Mittelwerte $\pm$ S.D.
30. Min.	4	84,5 $\pm$ 3,4	87,9- 81,1	4	44,5 $\pm$ 4,4	48,9- 40,1	4	134,0 $\pm$ 5,2
1. Std.	6	82,3 $\pm$ 10,8	93,1- 71,5	6	46,3 $\pm$ 10,3	56,6- 36,0	6	135,3 $\pm$ 6,4
2. Std.	7	74,6 $\pm$ 4,6	79,2- 70,0	7	41,1 $\pm$ 7,9	49,0- 33,2	7	129,7 $\pm$ 11,3
3. Std.	10	72,4 $\pm$ 7,9	80,3- 64,5	10	36,4 $\pm$ 5,6	42,0- 30,8	10	119,2 $\pm$ 7,0
6. Std.	10	73,8 $\pm$ 9,3	83,1- 64,5	10	37,0 $\pm$ 9,2	46,2- 27,8	10	118,4 $\pm$ 14,4
12. Std.	9	73,1 $\pm$ 10,7	83,8- 62,4	8	41,5 $\pm$ 13,2	54,7- 28,3	9	126,2 $\pm$ 17,3
24. Std.	9	80,0 $\pm$ 9,6	89,6- 70,4	9	41,1 $\pm$ 13,3	54,4- 27,8	9	119,1 $\pm$ 8,2
48. Std.	10	81,6 $\pm$ 15,4	97,0- 66,2	10	44,4 $\pm$ 9,7	54,1- 34,7	10	126,8 $\pm$ 23,4
72. Std.	10	84,6 $\pm$ 11,4	96,2- 73,4	10	47,4 $\pm$ 6,4	53,8- 41,0	10	130,4 $\pm$ 11,7
96. Std.	9	88,4 $\pm$ 14,7	103,1- 72,7	9	47,6 $\pm$ 12,6	60,2- 35,0	9	130,7 $\pm$ 17,8

Tab. VII: Differenzen der Blutdruckwerte von Oberschenkel und Oberarm

	Alter nach d. Ge- burt (Std.)	n	$\bar{d}$	S^2_d	S_d	P <	$\hat{t}$
systolisch	1/2	3	+ 14,0000	7,2111	4,1634	n.s.	3,3626
	1	6	+ 19,3333	17,0019	6,9412	0,05	2,7852
	2	7	+ 15,4285	8,3837	3,1688	0,01	4,8688
	3	10	+ 14,0000	6,2538	1,9776	0,001	7,0792
	6	10	+ 10,6000	10,1126	3,1979	0,01	3,3146
	12	9	+ 7,7777	5,1424	1,7141	0,01	4,5374
	24	9	+ 11,5555	6,8394	2,2798	0,001	5,0686
	48	10	+ 13,2000	20,5199	6,4891	n.s.	2,0341
	72	10	+ 18,4000	12,3216	3,8965	0,01	4,7221
	96	9	+ 12,8888	15,5599	5,1866	0,05	2,4850
diastolisch	1/2	3	+ 8,6666	4,6188	2,6667	n.s.	3,2499
	1	6	+ 14,0000	13,3865	5,4652	n.s.	2,5616
	2	7	+ 8,5714	10,9978	4,1568	n.s.	2,0620
	3	9	+ 6,2222	6,8150	2,2716	0,05	2,7391
	6	9	+ 5,1111	6,3333	2,1111	0,05	2,4210
	12	6	+ 9,0000	10,7144	4,3742	n.s.	2,0575
	24	7	+ 7,1428	13,2593	5,0116	n.s.	1,4252
	48	10	+ 5,6000	10,6999	3,3836	n.s.	1,6550
	72	10	+ 8,4000	9,8792	3,1241	0,05	2,6887
	96	9	+ 6,8888	14,0039	4,6679	n.s.	1,4757

$\bar{d}$ = Blutdruck Oberschenkel - Blutdruck Oberarm (mm Hg)

S^2_d = Mittlere quadratische Abweichung von Null

S_d = Standardabweichung der mittleren Differenz

t = Kritische Schranke der t-Verteilung (verbundene Stichproben)

X. LITERATURVERZEICHNIS

1. ARCILLA, R.A.,
OH, W.,
WALLGREN, G.,
HANSON, J.S.,
GESSENER, I.H.,
LIND, J.: Quantitative studies of the human neonatal circulation. II. Hemodynamic findings in early and late clamping of the umbilical cord.
Acta Paediatr. Scand. (Suppl.),
179 : 23, 1967.
2. ASHWORTH, A.M.,
NELIGAN, G.A.,
ROGERS, J.E.: Sphygmomanometer for the newborn.
Lancet I, 801, 1959.
3. ASHWORTH, A.M.,
NELIGAN, G.A.: Changes in the systolic blood pressure of normal babies during the first 24 hours of life.
Lancet I, 804, 1959.
4. ASSALI, N.S.,
MORRIS, J.A.,
BECK, R.: Cardiovascular hemodynamics in the fetal lamb before and after lung expansion.
Am.J.Physiol. 208 : 122, 1965.
5. ASSALI, N.S.: Some aspects of fetal life in utero and the changes at birth.
Am.J.Obstet.Gynecol. 97 : 324, 1967.
6. BORN, G.V.R.,
DAWES, G.S.,
MOTT, J.C.,
RENNICK, B.R.: The constriction of the ductus arteriosus caused by oxygen and by asphyxia in newborn lambs.
J. Physiol. 132 : 304, 1956.
7. CELANDER, O.,
THUNELL, G.: A plethysmographic method for measuring the systolic and diastolic blood pressure in newborn infants.
Acta Paediatr. Scand. 49 : 497, 1960.
8. CONTIS, G.,
LIND, J.: Study of systolic blood pressure, heart rate, body temperature of normal newborn infants through the first week of life.
Acta Paediatr. Scand. (Suppl.) 146 : 41, 1963.

9. DAWES, G.S.: Foetal and neonatal physiology. A comparative study of the changes at birth.
Year Book Medical Publisher, Inc., 1968.
10. ELSEED, A.M., SHINEBOURNE, E.A., JOSEPH, M.C.: Assessment of techniques for measurement of blood pressure in the infant and children.
Arch. Dis. Childh. 18 : 932, 1973.
11. GANONG, W.F.: Lehrbuch der medizinischen Physiologie.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1974, pp. 514-518.
12. GOODMAN, H.G., CUMMING, G.R., RABER, M.B.: Photocell oscillometer for measuring systolic pressure in newborn.
Amer. J. Dis. Child. 103 : 152, 1962.
13. GUNDERSEN, J., DAHLIN, K.: Measurement of systolic blood pressure in fingers of newborn infants.
Acta Paediatr. Scand. 64 : 741, 1975.
14. GUPTA, J.M., SCOPES, J.W.: Observation on blood pressure in newborn infants.
Arch. Dis. Childh. 40 : 637, 1965.
15. HABERSANG, R., KAUFMANN, H.J.: Das Röntgenbild des offenen Ductus arteriosus beim Neugeborenen.
Arch. Kinderhk. 181 : 249, 1970.
16. JAMES, L.S.: In adaptation to extrauterine life. 31st Ross conference on pediatric research.
Columbus, Ohio, Ross Laboratories 1959, p. 28.
17. JANIS, K.M., KEMMERER, W.T., HAGOOD, C.O.: Doppler blood pressure measurement in infants and small children.
J. Pediatr. Surg. 6 : 70, 1971.

18. JEGIER, W.,
BLANKENSHIP, W.,
LIND, J.,
KITCHEN, A.: The changing circulatory pattern of the newborn infant studied by the indicator dilution technique.
Acta Paediatr. Scand. 53 : 541, 1964.
19. KEUTH, U.: Sphygmographische Blutdruckmessung bei Säuglingen mit dem "Infratonsystem".
Z. Kinderheilk. 76 : 107, 1955.
20. KIRKLAND, R.T.,
KIRKLAND, J.L.: Systolic blood pressure measurement in the newborn infant with the transcutaneous Doppler method.
J. Pediatr. 80 : 52, 1972.
21. KITTERMAN, J.A.,
PHIBBS, R.H.,
TOOLEY, W.H.: Aortic blood pressure in normal newborn infants during the first 12 hours of life.
Pediatrics 44 : 959, 1969.
22. LEES, M.H.: "Commentary: PDA in premature infants - a diagnostic and therapeutic dilemma".
J. Pediatr. 86 : 132, 1975.
23. LEVISON, H.,
KIDD, B.S.L.,
GEMMELL, P.A.,
SWYER, P.R.: Blood pressure measurement with use of mercury-in-silicone rubber strain gauge (in normal full term and premature infants).
Amer.J.Dis.Child. 111 : 374, 1966.
24. McLAUGHLIN, G.W.,
KIRBY, R.R.,
KEMMERER, W.T.,
DE LEMOS, R.A.: Indirect measurement of blood pressure in infants utilizing Doppler ultrasound.
J. Pediatr. 79 : 300, 1971.
25. MELVIN, B.,
DONALD, R.K.: Transient dilatation of the ductus arteriosus - the "ductus bump".
J. Pediatr. 84 : 858, 1974.
26. MITCHELL, S.C.: Ductus arteriosus in the neonatal period.
J. Pediatr. 85 : 553, 1974.

35. WALLGREN, G.,
KARLBERG, P.,
LIND, J.: Studies of the circulatory adaptation
immediately after birth.
Acta Paediatr. Scand. 49 : 843, 1960.
36. WALSH, S.Z.,
MEYER, W.W.,
LIND, J.: The human fetal and neonatal circula-
tion. Function and structure.
Charles C. Thomas Publisher, 1974.
37. WHYTE, R.K.,
ELSEED, A.M.,
FRASER, C.B.,
SHINEBOURNE, E.A.,
DE SWIET, M.: Assessment of Doppler ultrasound to
measure systolic and diastolic pressure in
infants and young children.
Arch. Dis. Childh. 50 : 542, 1975.
38. YOUNG, M.,
COTTOM, D.: Arterial and venous blood pressure
responses during a reduction in blood
volume and hypoxia and hypercapnia in
infants during the first 2 days of life.
Pediatrics 37 : 733, 1966.

Herrn Professor Dr.med. Klaus RIEGEL danke ich
für die verständnisvolle Beratung bei meiner Arbeit.

LEBENS LAUF

Geboren am 9. April 1948 in Taiwan, Republik China, als sechstes Kind in der Familie.

Die Schul- und Studiengänge waren:

Die Volksschule		1954 - 1960
Die Mittelschule	in Tainan-Stadt	1960 - 1963
Das Gymnasium	(Geburtsort)	1963 - 1966

Das Medizinstudium am "Taipei Medical College" 9/1966 - 6/1973
(incl. Medizinalassistentenzeit 6/72-6/73)

Der Militärdienst 7/1973 - 7/1974

Das Staatsexamen des Heimatlandes abgeschlossen 8/1973

Die Assistenzarztzeit auf der Kinderabteilung des Städtischen Hospitals
"Jen-Ai" in Taipei 7/1974 - 5/1975

Ankunft in Deutschland, als Stipendiat von der Steyler-Mission 8.6.1975

Besuch des Sprachkurses am Goethe-Institut in Freiburg/Br. 9.6.1975 - 26.9.1975

Tätigkeit als Gastarzt an der Gießener Universitätskinderklinik 1.10.1975 - 31.1.1976

Beginn der Promotionsarbeit unter Leitung von Prof. Dr. K. Riegel an der Münchener Universitäts-Kinderklinik 1.2.1976

Hochzeit mit Ling-meh Huang 5.10.1976

Beginn der Facharztausbildung in der Kinderheilkunde am Evangelischen Krankenhaus Oberhausen 8.11.1976

CHEN, Ying-jen

Erst am 1. März 1888 ist der erste Brief von ihm an mich gekommen.

Der Brief ist sehr interessant.

Der Brief ist sehr interessant.
 Der Brief ist sehr interessant.
 Der Brief ist sehr interessant.

Der Brief ist sehr interessant.
 Der Brief ist sehr interessant.
 Der Brief ist sehr interessant.

Der Brief ist sehr interessant.
 Der Brief ist sehr interessant.
 Der Brief ist sehr interessant.

Der Brief ist sehr interessant.
 Der Brief ist sehr interessant.
 Der Brief ist sehr interessant.

Der Brief ist sehr interessant.
 Der Brief ist sehr interessant.
 Der Brief ist sehr interessant.

Der Brief ist sehr interessant.
 Der Brief ist sehr interessant.
 Der Brief ist sehr interessant.

Der Brief ist sehr interessant.

